



As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) e a relação com o saber no processo de ensino e aprendizagem do Cálculo como objeto de estudo

Daniele Costa Fonseca Menezes¹

Veleida Anahi Capua da Silva Charlot²

Enio Gomes Araujo³

Resumo: Este artigo apresenta um mapeamento sobre estudos realizados acerca do ensino da disciplina de Cálculo I diante do uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), integrando uma revisão bibliográfica da pesquisa de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, desenvolvida na Universidade Federal de Sergipe (UFS). Esta pesquisa tem como foco a relação com o saber de professores e alunos na referida disciplina diante do uso das tecnologias, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe. Para tanto, tivemos como base os estudos de Charlot (2000; 2005) para compor o *corpus* desta investigação. O mapeamento possibilitou conhecer o que os estudos revelam sobre como o uso das tecnologias no ensino de Cálculo I — e/ou tendo como base a teoria da relação com o saber — tem sido abordado pela comunidade científica da Educação Matemática ou do Ensino de Ciências e Matemática.

Palavras-chave: Cálculo Diferencial e Integral. Educação Matemática. Relação com o Saber. Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação.

Digital Information and Communication Technologies (TDIC) and the relationship with knowledge in the teaching and learning process of Calculus: as an object of study

Abstract: This article presents a mapping of studies carried out on the teaching of Calculus I in the face of the use of Digital Communication Information Technologies (TDIC), integrating a bibliographic review of the master's research in Science and Mathematics Teaching, developed at the Federal University of Sergipe. This research focuses on the relationship with the knowledge of teachers and students in that discipline in the face of the use of Technologies, at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Sergipe. In order to do so, we based the studies by Charlot (2000; 2005) to compose the corpus of this investigation. The mapping made it possible to know what studies reveal about how the use of technologies in the teaching of Calculus I and/or based on the theory of the relationship with knowledge, how this theme has been approached by the scientific community of Mathematics Education or Teaching of Mathematics. Science and Mathematics.

Keywords: Differential and Integral Calculus. Mathematics Education. Relationship with Knowledge. Digital Information and Communication Technologies.

Las Tecnologías Digitales de la Información y la Comunicación

¹ Mestra em Ensino de Ciências e Matemática. Formadora Regional do Programa Alfabetizar Pra Valer da Secretaria de Estado de Educação de Sergipe (SEDUC). Sergipe, Brasil. ✉ daniele_costafs@hotmail.com  <https://orcid.org/0000-0002-1269-3049>.

² Doutorado em Ciências da Educação. Professora da Universidade Federal de Sergipe (UFS). Sergipe, Brasil. ✉ veleida@academico.ufs.br  <https://orcid.org/0000-0002-0920-5884>.

³ Doutor em Educação Matemática. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe (IFS). Sergipe, Brasil. ✉ enioaracaju@gmail.com  <https://orcid.org/0000-0003-2934-7297>

(TDIC) y la relación con el conocimiento en el proceso de enseñanza y aprendizaje del Cálculo: como objeto de estudio

Resumen: Este artículo presenta un mapa de los estudios realizados sobre la enseñanza del Cálculo I frente al uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación Digital (TDIC), integrando una revisión bibliográfica de las investigaciones de la maestría en Didáctica de las Ciencias y las Matemáticas, desarrolladas en la Universidad Federal de Sergipe. Esta investigación se enfoca en la relación que tiene el conocimiento de docentes y estudiantes de esta disciplina en relación al uso de las Tecnologías, en el Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Sergipe. Para eso, nos basamos en los estudios de Charlot (2000; 2005) para componer el corpus de esta investigación. El mapa permitió conocer qué estudios revelan cómo funciona el uso de las tecnologías en la enseñanza del Cálculo I y/o desde la teoría de la relación con el conocimiento, cómo este tema ha sido abordado por la comunidad científica de la educación de Ciencias Matemáticas y Matemáticas.

Palabras clave: Cálculo Diferencial e Integral. Educación Matemática. Relación con el Conocimiento. Tecnologías Digitales de la Información y la Comunicación.

1 Introdução

O Cálculo é consagrado um dos maiores mecanismos arquitetados pelo ser humano. De acordo com Maor (2006, p. 109), “a invenção do Cálculo foi o evento singular mais importante da Matemática desde que Euclides reunira a estrutura da geometria clássica em seus Elementos, dois mil anos antes”. Com esse movimento, “a matemática criativa passou a um plano superior e a história da matemática elementar essencialmente terminou” (EVES, 2004, p. 417).

No entanto, o Cálculo enquanto disciplina, tem se tornado fruto de preocupação em instituições que oferecem o Ensino Superior. Geralmente, as disciplinas que compõem as Ciências Exatas e Tecnológicas possuem, como característica, os altos índices de reprovações e desistências nesse segmento de ensino. Polydoro (2000) destaca que a evasão no Ensino Superior já era tema de preocupação das universidades públicas e do Ministério da Educação (MEC) desde 1972. Barufi (1999), ao examinar os resultados obtidos pelos alunos nos cursos de Cálculo na Universidade de São Paulo (USP), constatou médias baixas e altos índices de reprovação entre os anos de 1990 e 1995 e alertou que a situação era, no mínimo, problemática.

Diante desse cenário, a noção de “fracasso escolar” é utilizada tanto para expressar as reprovações como a não aquisição de certos conhecimentos e habilidades. Essa questão nos remete a muitos debates, na busca da compreensão

dos porquês de tal fenômeno ainda persistir (CHARLOT, 2000). Tais discussões nos mobilizam a propor intervenções com vista à alteração desse quadro.

Nesse sentido, duas questões nortearam o mapeamento, cuja finalidade foi de delinear as pesquisas na área do ensino de Ciências e Matemática, suas transformações e impactos nos estabelecimentos de ensino: (1ª) Como o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) no ensino de Cálculo I — e/ou tendo como base a teoria da Relação com o Saber — tem sido abordado pela comunidade científica na área da Educação Matemática ou do ensino em Ciências e Matemática? (2ª) O que dizem os trabalhos tendo como base esse objeto de estudo?

O levantamento apresentou um caráter de mapeamento, pois tivemos como objetivo descrever as características de um campo de estudo, englobando, além da identificação, sua localização geográfica, tempo, espaço e área de conhecimento (FIORENTINI *et al.*, 2016). Nesse sentido, é um processo sistêmico cuja finalidade é perceber de que forma um tema específico está sendo analisado por pesquisadores, os aportes teóricos que fundamentam suas análises, as metodologias utilizadas, dentre outros aspectos, com o objetivo de encontrar recorrências e semelhanças que possam ser categorizadas e que ampliem o conhecimento gerado em determinada área da ciência.

É por meio da busca por explicações em pesquisas já consagradas que podemos compreender as origens dos fenômenos e levantar novas hipóteses, objetivando contribuir com a comunidade científica. Além disso, é por intermédio dessas constatações e indagações que as mudanças nos espaços escolares vão acontecendo, sejam elas de origens metodológicas ou curriculares.

As publicações na área da Educação Matemática (EM) no Brasil passaram a ter um maior destaque com o declínio no ensino da Matemática e a influência do Movimento da Matemática Moderna (MMM). No cenário internacional, na década de 1980, por meio do movimento que ficou conhecido como a Reforma do Cálculo, as pesquisas relacionadas ao ensino dessa disciplina expressavam a necessidade de mudanças na *práxis* pedagógica, defesa do uso das tecnologias e sua aplicabilidade por meio da resolução de problemas.

Diante disso, este artigo tem por objetivo apresentar os resultados de um levantamento das pesquisas realizadas sobre a temática do uso das TDIC no ensino de Cálculo I e/ou sua relação com o saber diante da referida disciplina nos últimos

seis anos (2015-2021), por ser um período de acentuação do uso das tecnologias, principalmente no pandêmico do SARS-CoV-2, vírus causador da Covid-19, anunciado ao mundo pela Organização Mundial da Saúde (OMS), em 2019, e que, desde então, propaga-se pelo mundo. Este estudo explora essas pesquisas com a finalidade de conhecer em que contexto está sendo desenvolvida essa temática pela comunidade científica da Educação Matemática ou do Ensino de Ciências e Matemática.

Cabe destacar que este trabalho é um recorte de uma pesquisa de Mestrado vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe — PPGECIMA/UFS, a qual tem por objetivo analisar os sentidos e significados estabelecidos pelos professores e alunos ao utilizar Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação na disciplina de Cálculo I, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe — campus Aracaju.

Cientes da variedade de publicações existentes nos repositórios digitais de dissertações, teses e periódicos, nacionais e locais, este estudo buscou mostrar como vêm sendo divulgadas as pesquisas em relação às temáticas: Relação com o Saber; Cálculo Diferencial e Integral; e Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação. Para tanto, realizou-se um levantamento nos bancos de dados das bibliotecas digitais, como apresentado a seguir.

2 As tecnologias, relação com o saber e o ensino de Cálculo I: *corpus* da pesquisa

Diante das propostas das diretrizes curriculares para os cursos de graduação que recomendam mudanças não só em termos de conteúdo, grades curriculares, mas também sugerem modificações em relação às metodologias de ensino e nos processos de avaliação, compreendemos a necessidade de levar em consideração o aluno no centro de todo processo educativo.

Ao levantar o panorama local sobre o ensino de Cálculo, o nosso propósito inicial foi quantificar os estudos relacionados a essa temática, identificar as formas como a disciplina vem sendo construída e ministrada ao longo dos anos e verificar quantos estudos tratam sobre o uso das tecnologias e/ou da teoria da Relação com o Saber.

Como o sujeito a ser analisado nesta pesquisa é o professor e o aluno diante

da Matemática/Cálculo I, escolhemos trabalhos semelhantes à ideia principal da investigação. As buscas no repositório da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) foram direcionadas pelas palavras-chave: “Relação com o Saber”; “Cálculo Diferencial e Integral”; e “Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação”. Por meio da leitura das pesquisas selecionadas, surgiu a seguinte inquietação: o que esses estudos sobre a utilização das tecnologias no ensino de Cálculo I e a relação com esse saber têm pesquisado nos últimos anos? Diante dessa questão, formamos categorias de acordo com o foco de análise das pesquisas. A Tabela 1 mostra as três categorias formadas com o respectivo quantitativo cardinal e percentual, entre os períodos de 2015 e 2021.

Tabela 1: Quantitativo de pesquisas mapeadas nos repositórios BDTD e CAPES (2015-2021)

Foco da análise	Pesquisas mapeadas		Total em percentual
	Dissertações	Teses	
As tecnologias e o ensino de Cálculo	10	02	86%
A relação com o saber e o ensino de Cálculo	01	—	7%
Relação com o saber, tecnologia e Educação Matemática	01	—	7%
Subtotal	14	02	—
Total	14		100%

Fonte: Levantamento BDTD e CAPES.

É notório o número ainda pequeno em relação à temática delineada por esta pesquisa, pois os estudos voltados à teoria da Relação com Saber, por exemplo, só se intensificaram depois da chegada de Bernard Charlot, em 2006, como professor visitante da UFS, inicialmente vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGED/UFS), permanecendo até o ano de 2009. Posteriormente, fez parte de outros programas de graduação e pós-graduação, como o PPGEICIMA/UFS.

Os estudos relacionados a essa temática vêm se tornando fruto de pesquisas e da dedicação de grupos no Brasil, como é o caso do Grupo de Pesquisa Educação e Contemporaneidade (EDUCON) e do Núcleo de Pesquisa da Relação ao Saber (NUPERES), que se empenham na difusão dessa temática e sua produção científica. De fato, “desde sua criação, o EDUCON vem desenvolvendo ações relevantes em nível local, nacional e internacional relacionadas à formação de pesquisadores bem como à produção e difusão de estudos e pesquisas sobre a relação com o saber”

(CAVALCANTI; CHARLOT e SILVA, 2018, p. 175).

A primeira categoria nos indica que 86% das pesquisas realizadas sobre o ensino de Cálculo I demonstra uma preocupação com a inserção do uso das tecnologias no processo de ensino e de aprendizagem. Esses dados refletem o resultado do movimento da reforma do Cálculo que levava a proposta de melhorias para o ensino da disciplina por meio de *softwares* computacionais, calculadoras gráficas e o ensino baseado na perspectiva das Regras dos Três: tratamento numérico, geométrico e analítico dos problemas matemáticos; além de mostrar a aplicabilidade do cálculo nos problemas propostos.

Nesse sentido, as TDIC são retratadas na dissertação de Rizzo (2020). Diante das dificuldades e defasagens de estudos e da necessidade de recuperação de alunos em Matemática, o autor se propôs a avaliar o ambiente de suporte em Matemática — a plataforma *Khan Academy* — como um ambiente de organização e condução da disciplina, baseado nos estudos de Alinhamento Construtivo de John Biggs. Os resultados da pesquisa constataram que a plataforma constitui-se de um material com potencial para o desenvolvimento de programas de auxílio e de mecanismos de estudos complementares ao ensino regular em Matemática, tanto para alunos como para professores.

Desse modo, consideramos relevante compreender quais relações os agentes do processo educativo possuem com a proposta de utilização das TDIC no processo de ensino e de aprendizagem, e como andam os níveis de entendimento.

Um dos trabalhos que traz essa dinâmica de investigação é o estudo de Pires (2016), que aparece para investigar e analisar quais as influências das TDIC nas Estratégias de Ensino e Aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral. Para tal finalidade, tinha-se como foco compreender a relação entre homem e máquina durante a prática de ensino de professores e estudantes de Cálculo. Com base na análise de dados, foi possível verificar o reconhecimento desses novos instrumentos diante das estratégias de aprendizagem dos estudantes, diferentemente das estratégias dos professores, o que confirma uma problemática para o ensino e aprendizagem da Matemática em reconhecimento ao potencial dessas máquinas para esse processo.

Corroborando essa categoria e trazendo uma abordagem prática das tecnologias no ensino do Cálculo, Fonseca (2017) apresenta uma proposta de tarefas

para o estudo inicial de derivadas no ensino de Cálculo Diferencial e Integral (CDI) no Ensino Superior, em turmas regulares de um curso de Engenharia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), do campus Londrina. Diante disso, a sua pesquisa estava pautada no objetivo de trazer a proposição de tarefas que oportunizassem aos estudantes a exploração de ideias necessárias à compreensão do conceito de derivadas, em particular, nas tarefas que fossem aplicadas em momentos iniciais ao estudo, em uma abordagem mais formal. O resultado das tarefas possibilitou a construção de um caderno (um produto educacional), composto por três tarefas que compuseram o produto final da pesquisa. Por meio das análises, notou-se a necessidade de realizar adaptações/reformulações nas tarefas.

No trabalho desempenhado por Martins (2015), seguimos com a mesma linha de raciocínio, que, como objetivo, traz contribuições acerca de atividades exploratórias para a aprendizagem de diversos conteúdos que dizem respeito às derivadas de funções reais de uma variável real no ensino de Cálculo I, por meio da visualização proporcionada pelo *software* GeoGebra. Os resultados encontrados foram satisfatórios e diagnosticaram o *software* como um potencial promissor para o equilíbrio entre os processos visuais e os algébricos e a visualização proporcionada por ele, contribuindo para uma ressignificação de diversos conceitos e propriedades de derivadas essenciais para a construção de gráficos de funções reais.

A pesquisa de Waideman (2018) também resultou em um produto educacional e encontra-se disponível para ser utilizado em sala de aula. A investigação estava pautada a partir da questão: “que avaliação fazem esses alunos sobre esse aplicativo?” O aplicativo proposto é composto por duas fases, sendo que a primeira objetiva fazer uma revisão do conteúdo, enquanto a segunda prioriza o estudo das representações gráficas de funções e suas derivadas. No processo da pesquisa, foi notório que o celular pode se tornar um forte aliado tanto para o ensino como para a aprendizagem.

Outra categoria, representando 7% das pesquisas mapeadas, é formada pelo trabalho de Silva (2015), que investigou a relação dos estudantes de Engenharia com a primeira disciplina de Cálculo. Para isso, baseou-se na hipótese que os problemas no ensino de Cálculo não são apenas relacionados aos conteúdos ou à metodologia escolhida pelo professor, mas também à postura que os estudantes estão assumindo diante do Cálculo. Foi um estudo baseado na relação com o saber de Bernard Charlot.

Desse modo, como resultados, a pesquisa de Silva (2015) apresenta três tipos de relações possíveis com a disciplina, evocadas pelos participantes: um número menor dos estudantes tem uma relação significativa com a disciplina; outra parte possui uma relação procedimental e a maior parte tem uma relação meramente institucional, ou seja, a disciplina significa apenas uma obrigação nos cursos de Engenharia. Revelando, destarte, uma necessidade de mudanças diante da postura tanto dos discentes quanto do professor no processo de ensino e aprendizagem do Cálculo.

A última categoria, representando outros 7% das pesquisas, é composta pela pesquisa de Silva (2018), que, em sua dissertação, reitera a importância da formação dos professores quanto ao uso das tecnologias, mostrando os possíveis caminhos para a inserção da plataforma *khan Academy* na prática docente, trabalhando no processo da formação inicial de professores, o que é de fundamental importância por permitir a reflexão da ação e da prática educativa considerando a nova realidade da cultura digital e o processo de desenvolvimento profissional.

O autor assevera a importância dessa plataforma no processo de ensino e de aprendizagem e como ela pode auxiliar o professor a detectar pontos fortes e fracos: “há relatos positivos por parte dos usuários sobre a eficiência da plataforma e suspeitas de que os problemas das lacunas possam ser resolvidos” (SILVA, 2018, p. 21).

As preocupações apontadas por essas categorias são um recorte sobre algumas discussões vivenciadas e produzidas pelos professores, seja por meio de pesquisas que apontam o sentido que atribuem ao processo de ensinar Cálculo ou reflexo de sua ação enquanto produtor e ator do conhecimento.

Além disso, para uma melhor dimensão das pesquisas mapeadas, quantificamos esses estudos de acordo com a distribuição geográfica e de acordo com as instituições de ensino, como demonstra a Tabela 2. A tabela aponta para a presença de pesquisas com a temática sobre o uso das tecnologias no ensino de Cálculo e sobre a relação com esse saber, com ênfase em quatro regiões do país.

Tabela 2: Distribuição das pesquisas por instituição e regiões (2015-2021)

Região	Instituição	Dissertação	Tese	Total percentual por região
Sudeste	UFJF-MG	05	01	43%

	UFU-MG UFVJM-MG UNICAMP-SP UFOP-MG			
Sul	UFRGS-RS ULBRA-RS UFSC-SC UFJF-PR	05	01	43%
Nordeste	UNIVASF-BA	01		7%
Centro-oeste	UFMS-MS	01		7%
Total	14 Instituições	12	02	100%

Fonte: Levantamento BDTD/CAPES.

Durante a análise, constatamos o maior número de pesquisas realizadas nas regiões Sul e Sudeste, correspondendo a 43% das investigações mapeadas. A maior concentração das dissertações na região Sudeste se dá pelo fato de ter sido pioneira nessa área, conforme relatado por D'Ambrosio (2014), quando mostrou sua experiência como coordenador do Programa Experimental de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática por meio do documento UNICAMP/OEA/MEC (1975 a 1984), no período entre 1974 e 1984. Além disso, essa região concentra a maior parte dos programas de pós-graduação em ensino de Ciências e Matemática.

Corroborando essa análise, Nardi e Gonçalves (2014) comentam sobre a pós-graduação na área de Ensino de Ciências e Matemática no triênio 2007-2009 e confirmam a concentração desses programas na região Sudeste, conforme a Tabela 3, baseado no relatório da CAPES (2010).

Tabela 3: Distribuição dos programas credenciados na Área de Ensino de Ciências e Matemática por regiões do Brasil

Região	Programas	Mestrado	Doutorado	Mestrado Profissional
Centro-Oeste	5	2	1	3
Norte	2	2	1	1
Nordeste	8	4	2	4
Sudeste	29	13	9	15
Sul	16	8	6	7
Total	60	29	19	30

Fonte: Relatório de Avaliação da CAPES (2007-2009) –Trienal 2010.

Por outro lado, no tocante ao nível das pesquisas analisadas, o estudo revela uma maior concentração de dissertações em relação à quantidade de teses. O

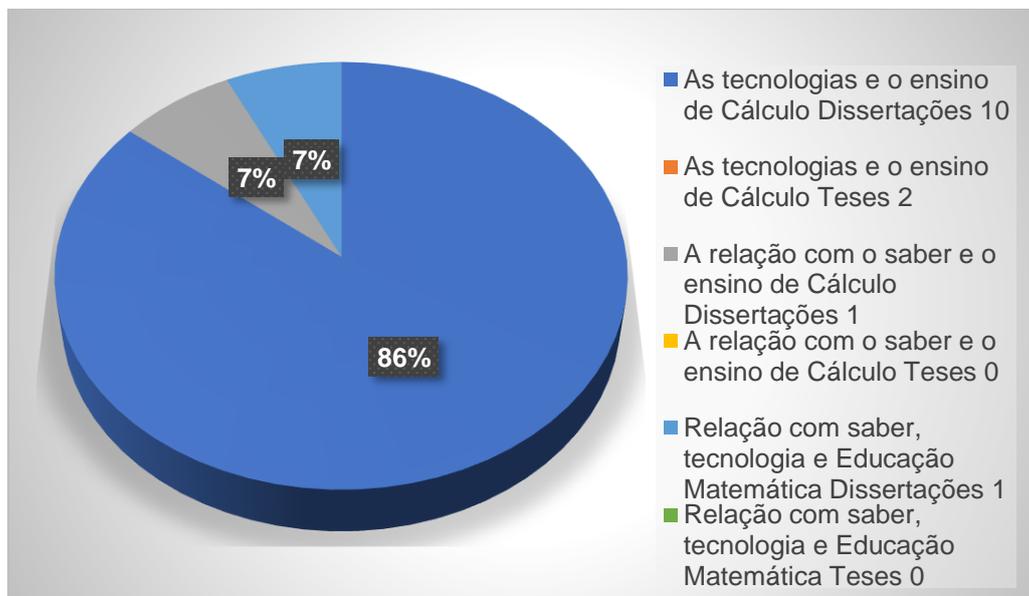
relatório da CAPES também nos ajuda a interpretar esses dados, por encontrarmos apenas duas teses em nossa busca.

Além dessas informações, observamos que os focos ressaltam as discussões acerca do uso das tecnologias no processo de ensino e aprendizagem do Cálculo, fornecendo dados para um melhor aprimoramento da pesquisa em andamento. Outro ponto que foi observado é a existência de um índice pouco significativo de estudos relacionados à “Relação com o Saber e o ensino de Cálculo”, refletido também por meio do mapeamento, no qual encontramos apenas uma dissertação (7%) relacionada à temática. Desse modo, buscamos reunir as temáticas com maior destaque nas pesquisas mapeadas nas três categorias.

3 Categorias com maior evidência nas pesquisas: revelando os resultados das temáticas de estudo

A priori, tivemos a pretensão de mostrar as temáticas com maior destaque nas pesquisas em forma de gráfico para melhor entendimento acerca dos seus significados nesse contexto panorâmico que é o processo de ensino e aprendizagem do Cálculo diante das tecnologias e a relação com o saber.

Gráfico 1: Contextos focais referentes às dissertações e teses mapeadas



Fonte: Dados a partir da BDTD-CAPES

A partir do Gráfico 1 podemos inferir que as pesquisas relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem do Cálculo possuem uma maior ênfase no uso das TDIC, alcançando um índice de 86% dos trabalhos mapeados, o que claramente seria o esperado. As demais temáticas atribuídas no Gráfico 1 (com 7% ambas)

englobam o conjunto de questões referentes à relação com o saber que professores e alunos estabelecem com a disciplina Cálculo. Isso porque a utilização das tecnologias emergiu da Revolução Industrial, provocando a necessidade de mais produtividade e eficiência das pessoas.

Nesse sentido, algumas políticas públicas foram marcantes pelo seu empenho em atender a uma demanda global, baseada nas necessidades locais, por meio dos investimentos na ciência e na tecnologia e, principalmente, pela tentativa de inserir as tecnologias no contexto escolar, com o propósito de melhorias na qualidade da educação, orientadas pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), tornando-se meta pelo Ministério da Educação com a promulgação da Lei 7.282/84, intitulada Lei da Informática.

Além disso, com os avanços, a nomenclatura antes atribuída às Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC) passou a ser utilizada como Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), para incluir os *smartphones*, os computadores, a *internet*, os jogos, entre outros.

É sabido que diversas foram as tentativas de inserir as TDIC no campo educacional por meio de diversos programas governamentais, dentre outras iniciativas atribuídas ao próprio exercício da docência. Algumas destas foram bem-sucedidas, outras nem tanto. “Acreditamos que o reconhecimento de que estamos experimentando algo novo que se move na sociedade planetária, exige uma atitude moderada de todos, especialmente dos educadores” (CARVALHO e SCHNEIDER, 2020, p. 14).

As propostas para essas mudanças encorajam-nos na busca de novas práticas educacionais que contemplem essa nova forma de ensinar e aprender diante da acentuação do uso das tecnologias e dos resultados negativos no processo de ensino e aprendizagem da Matemática, mais especificamente, no ensino do Cálculo, que exige dos professores habilidades, competências e uma ação-reflexão-ação de suas práticas didático-metodológicas, visando atender a essas novas demandas e necessidades.

Dessa forma, as TDIC têm sido cada vez mais indispensáveis e presentes no nosso cotidiano nos últimos anos e, sobretudo, diante da abrupta adoção do sistema de ensino remoto. Sabe-se que as mudanças foram grandes e desafiadoras para a nossa sociedade como um todo e trouxeram a esperança de continuidade para o

processo de ensino e aprendizagem, a possibilidade de socialização coletiva, isso é, diferentes leques para os trabalhos educacionais, “o ‘papel’ do professor no contexto pandêmico sofreu significativas mudanças ao mesmo tempo em que preservou a importância” (SENHORAS, 2021, p. 18).

Contudo, sabemos que o simples uso das tecnologias não é garantia de sucesso ou benefícios para o processo educativo, embora promova a agregação de novos espaços e tempo. Cabe aos professores a escolha da melhor tecnologia que atenda aos objetivos de aprendizagem traçados por um bom planejamento pedagógico.

O efeito do processo de ensino e de aprendizagem do Cálculo e o uso das tecnologias podem estabelecer relações consigo mesmo, com os outros e com o mundo com esse saber. Motivo pelo qual Charlot (2000; 2005) aponta três relações indissociáveis (epistêmica, identitária e social) em sua Teoria da Relação com o Saber. Então, nessa teoria, o aluno é compreendido como um sujeito que é um ser humano, social e singular, que, por sua vez, age no e sobre o mundo, imerso no saber, no qual encontra a questão como necessidade para aprender e que se produz e é produzido pela educação. Contudo, é imprescindível que o aprendizado faça sentido para esses sujeitos.

A educação é compreendida como um processo de desenvolvimento humano, “nascer, aprender, é entrar em um conjunto de relações e processos que constituem um sistema de sentido, onde se diz quem eu sou, quem é o mundo, quem são os outros” (CHARLOT, 2000, p. 53), a relação com o saber é então uma relação com o mundo, em que o indivíduo sofre ação do meio em que vive, relaciona-se, explica de forma singular e transforma essas informações em um saber. Em relação à sala de aula, Charlot (2000) enfatiza que:

Não se pense que se trate aqui de debates puramente “teóricos”. Esses pontos são essenciais para entender o que ocorre em uma sala de aula. Assim, o que é uma aula “interessante”? Será uma aula que é interessante “em si” (relação com o mundo)? Uma aula que é interessante para mim? Uma aula dada por um professor interessante (relação com o outro)? [...] uma aula “interessante” é uma aula na qual se estabeleça, em uma forma específica, uma relação com o mundo, uma relação consigo mesmo e uma relação com o outro (CHARLOT, 2000, p. 72-73).

Assim, é de fundamental importância entender como o aluno aprende em um mundo permeado por essas relações, em particular, na sala de aula. Para tanto, “é

preciso interessar-se pelo aluno na sua singularidade de ser humano, em particular por sua interpretação do que é a escola, do que vale ser estudado, do que significa aprender uma determinada matéria” (SILVA, 2009, p. 23).

Nessa perspectiva, além de considerar os conceitos e formalidades que o ensinar Cálculo demanda, faz-se necessário, no processo de ensino e aprendizagem, ensinar os estudantes a aprender indagando, questionando e refletindo de maneira responsável diante dos desafios que a sociedade os impõe diariamente. Entende-se, também, que não seja uma tarefa fácil ensinar em uma era totalmente tecnológica, pois exige formação continuada dos professores, um preparo nesse contexto da cibercultura e diante dos resultados desafiadores da disciplina, com os altos índices de evasão e reprovação.

Ao longo das discussões, entendemos que o cenário em torno do processo de ensino e de aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral é fruto de insatisfação coletiva e que o uso da tecnologia inspira mudanças de paradigmas. Nesse sentido, espera-se, por meio do seu bom uso, promover um ambiente propício para a aprendizagem associada a metodologias que tenham como foco a promoção do protagonismo dos estudantes e, além disso, beneficie a motivação, propicie a autonomia, considerando suas opiniões enquanto sujeitos históricos.

Dessa forma, diante de todos os desafios postos pelo mundo tecnológico, necessita-se olhar para tudo que foi vivenciado e o uso das tecnologias não de maneira mecanizada, mas consciente, como forma para personalizar o ensino do Cálculo diante de tantos recursos, gratuitos e de fácil acesso e utilização. O professor tem como missão guiar seus estudantes para aquisição, assimilação e construção do seu próprio aprendizado.

Sabemos que a tecnologia não é uma metodologia, contudo, podemos utilizá-la como um recurso para tornar a aprendizagem mais satisfatória, pois, quando bem utilizada, traz benefícios, dando suporte para o professor trabalhar a criatividade, criticidade e autonomia dos alunos. Assim, espera-se que o professor tenha como foco o desenvolvimento de habilidades e competências necessárias para a vida dos seus educandos.

4 Algumas ideias conclusivas

Embora a investigação do *corpus* de quatorze estudos relacionados à temática

sobre o processo de ensino e aprendizagem do Cálculo ser uma pequena amostra em relação às pesquisas sobre o uso das tecnologias e a relação com saber nessa área do conhecimento, o mapeamento proporciona dados das pesquisas realizadas em âmbito nacional nos programas de pós-graduação *Stricto Sensu* em Educação, em Educação Matemática e em Ensino de Ciências e Matemática, distribuídas em quatro regiões geográficas do Brasil. Dentre as quais, as regiões com destaque foram Sul e Sudeste, por possuírem um maior número de programas de pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Os dados também revelam que o quantitativo de dissertações supera a produção de teses.

Por outro lado, dentre os contextos focais, a temática com maior abordagem está relacionada ao uso das tecnologias no processo de ensino e aprendizagem do Cálculo, fato emergente diante das políticas de implementação do seu uso em sala de aula e as propostas de melhorias para o ensino da disciplina.

Diante dos estudos mapeados, infere-se que as tecnologias mostram-se adequadas para a recuperação de alunos com dificuldades em Matemática, como a plataforma de aprendizagem *Khan Academy*, apontada como um possível caminho para o preenchimento de “lacunas” de aprendizagem de forma organizada e gratuita. Assim como o *software* GeoGebra, por possibilitar o equilíbrio entre os processos visuais e os algébricos, ressignificando alguns dos conceitos do Cálculo. Ademais, as pesquisas ressaltam a necessidade de mudanças tanto na postura dos estudantes quanto do professor no processo de ensino e aprendizagem da disciplina, pois, muitas vezes, a disciplina só significa uma obrigação e o cumprimento de deveres. Reitera-se, ainda, a importância da formação dos professores quanto ao uso das tecnologias, desde a sua formação inicial.

Além disso, a tecnologia mostrou-se uma aliada para propor novos desafios, disseminar informações e experiências entre os educandos, oferecendo um espaço de aprendizagem individual e coletiva por meio do compartilhamento de ideias. O professor deve ser o mediador no processo de interação dos discentes com os recursos tecnológicos, mobilizando-os para a reflexão e a apropriação de novos conhecimentos matemáticos. Todavia, alguns empecilhos dificultam esse processo, tais como: a falta de tempo dos professores para a formação continuada e as mudanças ocorridas em suas vidas profissionais.

Nesse sentido, acreditamos que a utilização das tecnologias no ensino do

Cálculo poderá contribuir para estudantes e professores no estabelecimento de novas relações com o mundo, com os outros e com eles mesmos, tornando a disciplina mais significativa e não apenas um pré-requisito a ser cumprido.

Ademais, o olhar sobre os altos índices de reprovação e evasão na disciplina de Cálculo na instituição pesquisada levaram a construção dessa pesquisa, a fim de levantar novas hipóteses acerca desses problemas, pois, apesar de todos os investimentos e programas de monitoria, a participação e sucesso dos estudantes tem sido tão pouca.

Acreditamos que a mera reprodução de listas de exercícios não promove uma rede de significados, mascarando uma falsa aprendizagem. Assim, os estudantes são direcionados a uma memorização superficial e provisória, levando a um possível fracasso escolar.

Como a pesquisa que compõe este mapeamento está em fase conclusiva, acreditamos que os outros estudos acrescentarão força a redação final do texto dissertativo, mostrando uma releitura acerca da temática, assim como foi possível compreender os olhares dos pesquisadores sobre essa área do conhecimento e como andam as pesquisas nesse momento histórico. Destarte, outros pesquisadores poderão obter novos olhares sobre essas pesquisas, conjecturar novas hipóteses por meio delas e conhecer suas singularidades e subjetividades.

Referências

BARUFI, Maria Cristina Bonomi. **A construção/negociação de significados no curso universitário inicial de Cálculo Diferencial e Integral**. 1999. 195f. Tese (Doutorado em Educação) — Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo. São Paulo.

CAVALCANTI, Dilson Beserra; CHARLOT, Bernard; SILVA, Veleida Anahí da. Algumas contribuições dos grupos de pesquisa EDUCON e NUPERES na difusão da noção da Relação com o/ou Saber (RAPPORT AU SAVOIR) no Brasil. **International Joournal Education and Teaching**, Recife, v. 1, n. 3, p. 168-182, set./dez. 2018.

CHARLOT, Bernard. **Da relação com o saber**: elementos para uma teoria. Porto Alegre: Artmed, 2000.

CHARLOT, Bernard. **Relação com o saber, formação de professores e globalização**: questões para a educação hoje. Porto Alegre: Artmed, 2005.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. Uma síntese do programa experimental de mestrado em ensino de ciências e matemática da UNICAMP/OEA/MEC (1975 a 1984). In: NARDI, Roberto; GONÇALVES, Terezinha Valim Oliver. (Org). **A pós-graduação em ensino**

de ciências e matemática no Brasil: origens, características, programas e consolidação da pesquisa na área. São Paulo: Livraria da Física, 2014, p. 56-84.

EVES, Howard. **Introdução à história da Matemática.** Campinas: Unicamp, 2004.

FIORENTINI, Dario *et al.* **Mapeamento da pesquisa acadêmica brasileira sobre o professor que ensina Matemática.** Campinas: FE/UNICAMP, 2016.

FONSECA, Maycon Odailson dos Santos da. **Proposta de tarefas para um estudo inicial de derivadas.** 2017. 101f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina.

MARTINS, José Cirqueira Martins Júnior. **Ensino de derivadas em Cálculo I:** aprendizagem a partir da visualização com o uso do GeoGebra. 2015. 123f. Dissertação (Mestrado Educação Matemática) — Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto.

NARDI, Roberto. A pesquisa em ensino de Ciências e Matemática no Brasil. **Ciências & Educação**, Bauru, v. 21, n. 2, p. 1-5, abr./jun. 2015.

PIRES, Luiz Fernando Rodrigues. **As influências das tecnologias da informação e comunicação nas estratégias de ensino e aprendizagem de cálculo diferencial e integral.** 2016. 242f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) — Instituto de Ciências Exatas. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora.

POLYDORO, Soely Aparecida Jorge. **O trancamento de matrícula na trajetória acadêmica no universitário:** condições de saída e de retorno à instituição. 2000. 202f. Tese (Doutorado em Educação) — Faculdade de Educação. Universidade Estadual de Campinas. Campinas.

RIZZO, Adriana Justina. **Tecnologias da Informação e da Comunicação como ferramenta de suporte à recuperação de alunos em Matemática.** 2020. 67f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) — Faculdade de Tecnologia. Universidade Estadual de Campinas. Limeira.

SCHEIDER, Henrique Nou; CARVALHO, Geovânia Nunes de. Tolerância e prudência na contingência: requisitos para o bom uso das Tecnologias Digitais. In: SCHEIDER, Henrique Nou; SANTOS, Vinicius Silva; CARVALHO, Geovânia Nunes de. (Org.). **Como fazer o bom uso das Tecnologias Digitais.** Porto Alegre: Penso, 2020, p. 13-31.

SENHORAS, Elói Martins. **Ensino Remoto e a pandemia de Covid-19.** Boa Vista: IOLE, 2021.

SILVA, Cristiano Marinho da. **A plataforma Khan Academy no Ensino Superior:** cenários de aprendizagem e ressignificações dos licenciandos em Matemática. 2018. 237f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) — Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão.

SILVA, Juliana Pires da. **A relação com o saber:** os estudantes de engenharia e a primeira disciplina de cálculo. 2015. 161f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) — Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

SILVA, Veleida Anahí da. **Por que e para que aprender a Matemática?** A relação com a Matemática dos alunos de Séries Iniciais. São Paulo: Cortez, 2009.

WAIDEMAN, Adriele Carolini. **Um aplicativo para o estudo de derivadas.** 2018. 173f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina.